饲粮添加抗生素和植物精油对母猪生产性能、免疫功能和乳成分的影响

周选武[1] 杨开云[1] 陈代文[1] 余 冰[1] 晨 光[2] 李 延[2] 何 军[1*]

(1.四川农业大学动物营养研究所，成都 611130；2.中牧股份成都华罗生物科技有限公司，成都 610052)[1]

摘 要：本文旨在考察妊娠后期母猪饲粮添加酒石酸泰万菌素（TT）与植物精油(PEO)对其生产性能、免疫功能和乳成分的影响。试验选用24头体重相近的3~4胎次“长×大”繁殖母猪，随机分为3组：1）对照组：基础饲粮；2）TT组：基础饲粮+100 mg/kg TT；3）PEO组：基础饲粮+200 mg/kg PEO。每组8个重复，每个重复1头猪。结果显示，饲粮添加TT和PEO可改善母猪生产性能；与对照组和TT组相比，PEO组死胎率分别降低了71.43%和53.33%（P>0.05），断奶存活率分别提高了1.17%和1.60%（P>0.05）；PEO组母猪分娩第1、14和21天、TT组母猪分娩第21天血清免疫球蛋白（Ig）A含量均显著高于对照组（P<0.05）；PEO组母猪分娩第14天乳清IgG、IgM含量也显著高于其他2组(P<0.05)，同时其分娩第21天乳清IgG含量显著高于对照组(P<0.05)；PEO组母猪分娩第21天乳脂含量显著高于对照组(P<0.05)。综上所述，饲粮添加TT和PEO均能在不同程度上改善母猪生产性能与免疫功能，但与TT相比，PEO效果更好，具有替代TT在妊娠母猪上应用的潜力。

关键词：繁殖母猪；酒石酸泰万菌素；植物精油

中图分类号：S816　　文献标识码：A　　文章编号：

母猪健康一直是影响养猪业发展的重要因素。过去几十年，我国繁殖母猪养殖一直遭受诸多疫病威胁，严重制约了其生产潜力，影响生猪养殖业的可持续发展；随着抗生素的发现与使用，大大缓解了这一突出性问题。有报道指出，繁殖母猪配种期添加低剂量抗生素，提高了其窝产仔数[1]；许青华等[2]研究发现，母猪断奶至配种和分娩前至后2个阶段的饲粮添加泰妙菌素+金霉素，能有效地预防配种及分娩过程中母猪生殖道病菌感染，从而提高发情母猪受胎率及胚胎成活率。但抗生素大量使用所带来的问题也越发突出，如细菌耐药性、药物残留和宿主菌群紊乱等，这些都对畜禽及人体健康造成严重危胁[3]。2006年，欧盟全面禁止畜禽上使用任何含抗生素类药物。因此，寻找更安全、有效的替代物成了目前最迫切的研

收稿日期：2016–09–12

项目基金：农业部公益性行业科研专项“饲用抗生素替代关键研究与示范”（201403047）

作者简介：周选武（1990–），男，江西鄱阳人，硕士研究生，从事养殖研究。E-mail: 2250233179@qq.com

*通信作者：何 军，研究员，博士生导师，E-mail: 14003317@qq.com

究工作之一。

精油是一类由萜烯类、醛类、酯类及醇类等化学分子组成挥发性芳香物质。研究表明，精油具有替代抗生素的潜力[4]。目前，精油分为天然型与合成型 2 种。天然型精油主要来源于植被的次级代谢产物[5]，也称为植物精油(plant essential oils,PEO)。PEO 成分复杂，具有广泛的生物学效应，如抗菌、抗炎、抗氧化、抗腐败、抗癌以及杀虫等功效[6]。近年来，精油已在医药、化妆品、食品等诸多领域广泛使用。另外，断奶仔猪饲粮添加 0.01%精油，显著提高了其仔猪平均日增重及肿瘤坏死因子–α（TNF-α）水平[7]；黄国清等[8]研究发现，肉鸡饲粮添加牛至油能提高肉鸡饲料转化率、日增重及肠道的乳酸杆菌和双歧杆菌数目，降低大肠杆菌数目，且机体抗病能力有所提升；Michiels 等[9]研究表明，大蒜精油有抑制胃肠道产甲烷菌活性，减轻甲烷排放的功效。但目前国内外关于 PEO 在妊娠母猪上的应用却鲜有报道。因此，本文旨在通过考察饲粮中添加酒石酸泰万菌素（tylvalosin tartrate,TT）与 PEO 对母猪生产性能、免疫功能及乳成分的影响，以评估其是否具有替代抗生素在母猪生产上应用的潜力。

1 材料与方法

1.1 试验材料

TT 有效含量为 20%，PEO 主要有效成分为 4.5%百里香酚、13.5%肉桂醛，均由中牧股份成都华罗生物科技有限公司提供。

猪酶联免疫吸附测定（ELISA）试剂盒（北京诚林生物科技有限公司）；酶标仪[Molecular Devices， SpectraMaxM2， 美谷分子仪器（上海）有限公司]；乳成分分析仪（LM61–MILKYWAY–CP2，北京思普特科技有限公司）。

1.2 试验设计及饲粮

本试验于四川蓝雁集团养殖基地进行，共选用 3~4 胎次体重接近的 24 头“长×大”繁殖母猪，依据体重将其随机分成 3 组，每组 8 个重复，每个重复 1 头猪。试验期为妊娠第 96 天至断奶，采用单笼饲养，各组分别饲喂基础饲粮（对照组）、基础饲粮+100 mg/kg TT 和基础饲粮+200 mg/kg PEO；每天分 3 次进行饲喂，分别为 08：00、14:00 和 20：00。试验开始至分娩前 1 天限饲处理（3.5 kg/d），分娩当天不喂料，随后每天采食量增加 1 kg，至分娩第 5 天母猪开始自由采食。

母猪饲粮分为妊娠期饲粮和泌乳期饲粮，其配方均是参照 NRC（2012）母猪营养需求，并依据妊娠、哺乳母猪营养需要进行设计（表 1）。

表 1　饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of diets (air-dry basis) %

项目 Items	妊娠期 Gestation	泌乳期 Lactation
原料 Ingredients		
玉米 Corn	59.00	57.98
豆粕 Soybean meal	15.00	26.00
膨化大豆 Expanded soy		2.00
麦麸 Wheat bran	20.00	4.50
鱼粉 Fish meal	2.00	1.50
油粉 Oil powder		3.00
食盐 NaCl	0.40	0.40
氯化胆碱 Choline chloride	0.10	0.10
碳酸钙 $CaCO_3$	1.20	1.04
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.26	1.70
L–赖氨酸 *L*-Lys（98%）	0.03	0.21
DL–蛋氨酸 *DL*-Met（98%）		0.05
L–苏氨酸 *L*-Thr（98%）	0.01	0.02
碳酸氢钠 $NaHCO_3$		0.30
硫酸钠 Na_2SO_4		0.20
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]		
消化能 DE/（MJ/kg）	12.50	13.32
粗蛋白质 CP	15.00	17.50
钙 Ca	0.90	0.95
有效磷 AP	0.43	0.48
总赖氨酸 Total Lys	0.74	1.05
总蛋氨酸+半胱氨酸 Total Met+Cys	0.43	0.55
总苏氨酸 Total Thr	0.48	0.65
总色氨酸 Total Trp	0.15	0.19

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VA 12 000 IU，VD 3 000 IU，VE 90 IU，VK 4.0 mg，VB_1 3 mg，VB_2 10 mg，VB_6 4 mg，VB_{12} 40 μg，烟酸 nicotinic acid 50 mg，泛酸 pantothenic acid 30 mg，叶酸 folic acid 4 mg，生物素 biotin 0.45 mg，氯化胆碱 choline chloride 750 mg，Cu （as copper sulfate）30 mg，Fe （as ferrous sulfate） 100 mg，I （as potassium iodate）0.25 mg；Zn （as zinc oxide）100 mg，Mn （as manganese sulfate） 40 mg，Se （as sodium selenite） 0.25 mg。

[2)] 消化能为计算值，其余为实测值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 检测指标

1.3.1 生产性能

仔猪出生后记录各母猪总产仔数、活仔数、健仔数、死胎率及木乃伊胎率。仔猪出生后均于采食母乳前进行称重，并记录。仔猪出生第 2 天进行调窝，并记录调窝个体重、带仔数；第 3 天剪断尾、犬齿、补铁和保健；第 7 天阉割；第 21 天断奶，断奶当天对所有仔猪再次称重，并记录断奶时所带仔数，计算出断奶存活率和个体平均日增重。

母猪分娩当天各组选取 5 头母猪称重，断奶再次进行称重，计算其泌乳损失；断奶后记录各母猪发情间隔。记录哺乳期各母猪日采食量，断奶当天结料，计算母猪平均日采食量。

1.3.2 血清免疫球蛋白

母猪分娩当天（第 1 天）、分娩后 14 和 21 天，采用耳缘静脉采血，收集 2 管血液于抗凝管中，静置 0.5 h，离心机下 3 500 r/min 离心 10 min；小心吸取上清液，分装于 0.5 mL 离心管，－20 ℃保存；

另取部分血清置于冰上，待其溶解后，摇匀，依据猪 ELISA 试剂盒操作指南测定其血清免疫球蛋白（Ig）A、IgG 和 IgM 含量。

1.3.3 乳清免疫球蛋白

血样采集后，耳缘静脉注入适量催乳素，收集母猪分娩当日、分娩后 14 和 21 天乳样（各 20 mL），－20 ℃保存；另取 5 mL 乳样，于 4 ℃离心机 8 000 r/min 离心 10 min，小心收集上清液于 0.5 mL 离心管，－80 ℃超低温冰箱保存。

取适量乳清置于冰上，待其溶解后，摇匀，依据猪 ELISA 试剂盒操作指南测定其乳清 IgA、IgG 和 IgM 含量。

1.3.4 乳成分

取 10 mL 冻存乳样，冰上缓慢解冻，再转移至 20 mL 烧杯，上机（乳成分分析仪）测定乳脂、非脂固形物、乳蛋白和乳糖含量。

1.4 数据统计与分析

实验数据采用 Excel 2010 进行初步统计，用 SPSS 21.0 进行单因素方差分析，Duncan 氏法进行多重比较，结果以平均值±标准差表示，P<0.05 为差异显著，P<0.01 为差异极显著。

2 结 果

2.1 TT 和 PEO 对母猪生产性能的影响

由表 2 可知，PEO 组总产仔数、活仔数、初生窝重均较对照组、TT 组有所增加，但差异不显著(P>0.05)；同对照组相比，PEO 组和 TT 组健仔数、断奶体重、个体平均日增重、母猪平均日采食量均有所增加，但各组之间均无显著差异(P>0.05)；另外，PEO 组死胎率同对照组、TT 组相比分别降低了 71.43%和 53.33%(P>0.05)，断奶存活率分别提高了 1.17%、1.60%(P>0.05)，发情间隔分别降低了 0.42 和 0.29 d(P>0.05)。

表 2 TT 和 PEO 对母猪生产性能的影响

Table 2 Effects of TT and PEO on production performance of sows

项目 Items	对照组 Control group	TT 组 TT group	PEO 组 PEO group
总产仔数 Total piglets born/个	12.17±1.17	12.80±1.20	13.63±0.96
活仔数 Live litter/个	11.17±1.11	12.00±0.71	13.13±0.77
健仔数 Healthy litter/个	10.33±0.84	12.00±0.71	12.00±0.50
初生窝重 Birth litter weight/kg	16.55±1.18	18.36±2.70	19.15±1.77
初生重 Weight of birth/kg	1.48±0.04	1.53±0.03	1.46±0.03
调窝后窝重 Litter weight after heavy/kg	15.15	14.50	14.73
断奶窝重 Litter weaning weight/kg	60.44±4.82	57.22±3.57	59.16±2.21
断奶体重 Weaning individual weight/kg	6.20±0.29	6.40±0.27	6.23±0.13
平均日增重 ADG/kg	0.23±0.01	0.25±0.01	0.24±0.02
泌乳损失 Lactation weight loss/kg	13.25±3.86	9.72±3.33	10.77±2.98
发情间隔 Estrus interval/d	5.13±0.30	5.00±0.19	4.71±0.18
平均日采食量 ADFI/kg	5.41±0.35	5.53±0.23	5.52±0.18
死胎率 Stillbirth rate/%	9.80	6.00	2.80
木乃伊率 Mummy rate/%	1.80	0.00	0.90
断奶存活率 Weaning survival rate/%	93.90	93.50	95.00

同行数据肩标无字母或相同小写字母表示差异不显著(P>0.05)，不同小写字母代表差异显著(P<0.05)，不同大写字母代表差异显著(P<0.01)。下表同。

In this same row, values with the same small letter or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significantly different (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean extremely significantly different (P<0.01). The same as below.

2.2 TT 和 PEO 对母猪血清免疫球蛋白含量的影响

由表 3 可知，PEO 组母猪分娩第 1、14 和 21 天血清 IgA 含量均显著高于对照组(P<0.05)，

与 TT 组相比无显著差异(P>0.05)；TT 组母猪分娩第 21 天血清 IgA 含量显著高于对照组(P<0.05)；但对照组母猪粪便第 1 和 14 天血清 IgG 含量显著高于 PEO 组与 TT 组(P<0.05)。

表 3　TT 与 PEO 对母猪血清免疫球蛋白含量的影响

Table 3　Effects of TT and PEO on serum immunoglobulin content of sows (n=6)　　μg/mL

项目 Items	对照组 Control group	TT 组 TT group	PEO 组 PEO group
第 1 天 The 1st day			
免疫球蛋白 A IgA	54.32±2.01[a]	57.59±7.59[ab]	68.68±2.78[b]
免疫球蛋白 G IgG	413.77±22.06[a]	323.80±42.58[b]	322.00±53.11[b]
免疫球蛋白 M IgM	81.22±4.66	69.06±7.14	65.09±3.56
第 14 天 The 14th day			
免疫球蛋白 A IgA	49.23±3.57[a]	61.61±5.07[ab]	64.27±3.88[b]
免疫球蛋白 G IgG	369.55±22.15[a]	271.45±11.97[b]	306.81±16.12[b]
免疫球蛋白 M IgM	62.04±4.10	71.21±6.38	70.08±3.55
第 21 天 The 21st day			
免疫球蛋白 A IgA	46.85±3.94[a]	66.80±3.60[b]	72.30±5.79[b]
免疫球蛋白 G IgG	365.23±24.65	337.61±42.57	360.63±34.03
免疫球蛋白 M IgM	59.28±3.94	65.12±5.10	69.27±5.15

2.3　TT 和 PEO 对母猪乳清免疫球蛋白含量的影响

由表 4 可知，对照组母猪分娩第 1 天乳清 IgA 含量显著高于其他 2 组(P<0.05)，PEO 组与 TT 组之间无显著差异(P>0.05)；PEO 组母猪分娩第 14 天乳清 IgG、IgM 含量显著高于对照组与 TT 组(P<0.05)；PEO 组母猪分娩第 21 天乳清 IgG 含量也显著高于对照组(P<0.05)。

表 4　TT 与 PEO 对母猪乳清免疫球蛋白含量的影响

Table 4　Effects of TT and PEO on whey immunoglobulin content of sows (n=6)　　μg/mL

项目 Items	对照组 Control group	TT 组 TT group	PEO 组 PEO group
第 1 天 The 1st day			
免疫球蛋白 A IgA	64.69±2.92[a]	38.77±3.62[b]	38.58±4.16[b]
免疫球蛋白 G IgG	226.71±18.35	245.24±22.93	277.19±58.84
免疫球蛋白 M IgM	46.88±4.84	50.66±4.35	49.57±5.54
第 14 天 The 14th day			
免疫球蛋白 A IgA	60.18±2.98	51.79±4.74	54.48±4.58
免疫球蛋白 G IgG	293.85±7.20[a]	301.52±7.12[a]	390.76±18.58[b]
免疫球蛋白 M IgM	71.34±3.84[a]	72.74±2.72[a]	88.71±5.04[b]
第 21 天 The 21st day			
免疫球蛋白 A IgA	48.81±4.87	45.09±2.78	48.41±2.03
免疫球蛋白 G IgG	305.95±15.80[a]	334.59±18.92[ab]	367.41±17.09[b]
免疫球蛋白 M IgM	74.96±5.12	77.40±7.45	81.76±5.57

2.4　TT 和 PEO 对母猪乳成分的影响

由表 5 可知，各组母猪分娩第 1 天乳成分之间均无显著差异(P>0.05)；TT 组母猪分娩第 14 天乳非脂固形物、乳蛋白和乳糖含量均显著高于对照组(P<0.05)，但与 PEO 组相比差异不显著(P>0.05)；PEO 组母猪分娩第 21 天乳脂含量显著高于对照组(P<0.05)。

表 5 TT 与 PEO 对母猪乳成分的影响

Table 5 Effects of TT and PEO on milk composition of sows (n=6) %

项目 Items	对照组 Control group	TT 组 TT group	PEO 组 PEO group
第 1 天 The 1st day			
乳脂 Milk Fat	5.81±0.35	5.90±0.40	5.85±0.21
非脂固形物 Solid of non-fat	16.21±1.54	16.62±1.42	17.95±1.28
乳蛋白 Milk protein	6.76±0.51	6.23±0.50	6.64±0.48
乳糖 Lactose	14.39±0.87	12.46±0.99	13.89±0.84
第 14 天 The 14th day			
乳脂 Milk Fat	5.19±0.13	7.00±1.44	5.14±0.37
非脂固形物 Solid of non-fat	8.70±0.90[a]	12.43±0.26[b]	10.03±0.65[a]
乳蛋白 Milk protein	3.27±0.33[a]	4.28±0.40[b]	3.62±0.26[ab]
乳糖 Lactose	4.79±0.55[a]	7.60±0.13[b]	5.28±0.48[ab]
第 21 天 The 21st day			
乳脂 Milk Fat	5.01±0.14[a]	6.09±0.44[ab]	6.32±0.52[b]
非脂固形物 Solid of non-fat	9.75±0.29	9.67±0.45	9.30±0.65
乳蛋白 Milk protein	3.63±0.11	3.64±0.16	3.67±0.14
乳糖 Lactose	5.35±0.24	5.35±0.36	5.55±0.37

3 讨 论

过去几十年，我国繁殖母猪生产成绩一直处于较低水平。通过品种改良、营养调控、疾病防控等多种手段，母猪繁殖成绩得到了较大改善。但研究表明，窝产仔数增加，将降低仔猪初生重[10]，而仔猪初生重很大程度上决定了其后期发育情况。孙素玲等[11]研究发现，繁殖母猪配种期与哺乳期饲粮添加金霉素，其窝产仔数、初生活仔数均显著提高，泌乳损失显著降低，仔猪初生重略有增加。然而近年来，畜禽上抗生素滥用所导致的问题，如：细菌耐药性、药物残留、宿主菌群紊乱等也越发突出[3]。阮存鑫[12]、王瑞等[13]报道，目前养殖领域抗生素使用的有效剂量大大超出了动物机体适应水平，其未能完全吸收利用的抗生素类物质绝大多数以原药或代谢产物形式随粪便排到体外，给环境造成了巨大危害。有研究表明，精油的有效成分可全部经动物胃、肠壁进入机体，最终以安全代谢产物形式排出体外[14]；另外，妊娠母猪饲粮添加精油能增加窝产仔数，对仔猪初生重无显著影响[15]。本研究表明，PEO 组母猪总产仔数及产活仔数、健仔数均较对照组有所增加，初生死亡率（死胎与木乃伊率）分别较对照组有所下降，这与钟铭[16]所报道的在妊娠母猪饲粮添加 0.02%的植物提取

物的结果相一致。

金立志[17]报道，母猪饲粮添加精油可以通过刺激其味觉，增强母猪食欲，提高采食量。另外有研究表明，母猪采食量很大程度上影响着乳质量、乳分泌量和发情间隔[18-19]。本试验中，与对照组相比，PEO 组母猪平均日采食量、断奶存活率均有所提高，泌乳损失、发情间隔略有降低，但均未达显著水平，这与钟铭[16]研究结果大体一致。

血清 Ig 是人、动物体内普遍存在的一种具有抗体活性、能专一性与其相对应抗原结合的一类蛋白质，也是反映机体免疫能力的重要性指标。Foroughi 等[20]研究发现，PEO 对机体具有免疫调节的功效。本试验 PEO 组母猪分娩第 1、14 和 21 天血清 IgA 含量与对照组相比均显著提高，Li 等[21]也得到相似的研究结果；此外，本试验母猪饲粮添加 PEO、TT 均显著降低了母猪分娩第 1 和 14 天血清 IgG 含量。但有研究表明，猪饲粮中添加精油并不影响血清中 IgG 和 IgM 含量[21-22]；相反，Zhong 等[23]研究发现，繁殖母猪饲粮添加 0.04%精油显著提升了血清 IgG 含量，但 0.02%、0.04%和 0.06%精油对血清 IgA 和 IgM 含量无显著影响。本文中，对照组母猪分娩第 1 天血清 IgM 含量高于 PEO 组与 TT 组，而第 14 和 21 天 IgM 含量均为最低值，这与 Allan 等[15]报道结果有所不同。这些都有可能与母猪饲粮添有效成分的剂量与组成不同，对机体的作用效果产生差异有关。另外，有研究表明，多种 PEO 能够通过抑制 TNF-α 等细胞因子的产生和阻断 TNF-α 诱导中性粒细胞黏附在炎症反应的相关靶标上，起到抗炎保护作用[24]。相关报道也指出，PEO 具有加速肠绒毛表面上皮细胞更新，稳定肠道菌群，减少有害微生物数量和病原菌黏附机会，同时增加消化道黏液和胆汁酸产量，并加强胰酶活性（如脂肪酶、淀粉酶、蛋白酶），提高饲料消化率，促进营养物质吸收的作用，进而改善了母猪健康，有效地降低了免疫反应延迟和产后子宫白细胞活力下降的不利影响，对母猪起到了激活产后免疫系统的作用[17,25]。因此，PEO 组产活仔数、健仔数及断奶存活率增加，泌乳损失和发情间隔的缩短，很大程度上与其抗炎能力增强，采食量和机体对饲料利用率提高及免疫系统作用加强有关，进而改善了分娩后母猪体况。

母乳对于新生幼畜是一种十分重要且复杂的高营养物质，尤其是初乳。在初乳中除了丰富的营养物质外，还含有大量促进新生仔猪肠道更快生长的非营养成分[如 IgA、IgG、IgM 和胰岛素生长因子–1（IGF-1）等]。一般幼畜出生后前 2 d，初乳大多数免疫物质可通过肠壁直接进入其机体，起到免疫防御作用。研究表明，初生仔猪自身所储备能值低，且免疫防御能力匮乏，仔猪及时吮吸母乳显得尤为重要[26]；另外，母猪哺乳期间，乳液对仔猪存活及生长发育也起着至关重要作用[15]。King’ori[27]研究发现，母猪饲粮添加精油能有效地提高母乳质量和产量；纪少丽等[28]研究表明，妊娠–哺乳期母猪饲粮中添加精油，提高了母猪血

清 IGF-1 含量，且显著提高了哺乳仔猪生长速和断奶重；另外，Zhong 等[23]研究表明母乳饲喂能更好地改善幼儿健康以及其生长速率。本试验中，母猪饲粮添加 PEO，仔猪平均日增重与对照组相比略有增加；PEO 组仔猪断奶存活率分别较对照组、TT 组增加了 1.17%和 1.60%。类似报道也表明，母猪饲粮添加精油有利于增加仔猪平均日增重[22]；Matysiak 等[29]研究表明，母猪饲粮添加精油能降低哺乳期间仔猪死亡率。同时，有报道表明，精油饲粮有利于改善母乳免疫球蛋白含量[30]。本试验中，PEO 组母猪分娩第 14 天乳清 IgM 含量，第 14 和 21 天乳清 IgG 含量均显著高于对照组；PEO 组母猪分娩第 1 和 14 天乳非脂固形物、第 14 天乳蛋白与乳糖含量均略高于对照组，第 21 天乳脂含量显著高于对照组。Zhong 等[23]研究发现，母猪饲粮中添加 0.02%和 0.06%精油能显著提高分娩第 7 天乳糖含量，同时 0.02%和 0.04%精油提高了乳清 IgG 含量。但 Tan 等[22]研究表明，母猪饲粮添加精油并不影响乳成分及其免疫球蛋白的含量。也有报道表明，精油添加到母猪饲粮能有效地增加其乳糖含量，但不影响其他组分[29,31]。由此可知，母猪饲粮添加 PEO（百里香酚+肉桂醛)能有效地提高母乳质量，尤其是 IgG 的含量，进而影响哺乳期仔猪健康。

4 结 论

① 饲粮添加 TT 和 PEO 可改善母猪生产性能，且在不同程度上有改善母猪免疫及乳有效成分含量的功能。

② 同 TT 相比，PEO 效果更好；因此，PEO 能在妊娠母猪上安全应用。

参考文献:

[1] 姜嘉明.氯四环素对母猪繁殖力的影响[J].黑龙江畜牧兽医,1996(5):47.

[2] 许青华,马继林.泰妙菌素和金霉素合用对空怀母猪繁殖性能的影响[J].现代农业科技,2005(11):70,75.

[3] MATHEW A G,CISSELL R,LIAMTHONG S.Antibiotic resistance in bacteria associated with food animals:a United States perspective of livestock production[J].Foodborne Pathogens and Disease,2007,4(2):115–133.

[4] HONG J C,STEINER T,AUFY A,et al.Effects of supplemental essential oil on growth performance,lipid metabolites and immunity,intestinal characteristics,microbiota and carcass traits in broilers[J].Livestock Science,2012,144(3):253–262.

[5] ZELLAGUI A,GHERRAF N,LADJEL S,et al.Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils from *Launaea resedifolia* L.[J].Organic and Medicinal Chemistry

Letters,2012,2:2.
[6] COBELLIS G,TRABALZA-MARINUCCI M,YU Z T.Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition:a review[J].Science of The Total Environment,2016,545-546:556–568.
[7] LI P F,PIAO X S,RU Y J,et al.Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance,nutrient utilization,immune response and intestinal health[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2012,25(11):1617–1626.
[8] 黄国清,谢伟,王博.牛至油对肉鸡生产性能和肠道微生物菌群的影响[J].中国兽医杂志,2008,44(11):69–70.
[9] MICHIELS J,MISSOTTEN J A M,FREMAUT D,et al.*In vitro* characterisation of the antimicrobial activity of selected essential oil components and binary combinations against the pig gut flora[J].Animal Feed Science and Technology,2009,151(1/2):111–127.
[10] VALLET J,LEYMASTER K,CHRISTENSON R.The influence of uterine function on embryonic and fetal survival[J].Journal of Animal Science,2002,80(S2):E115–E125.
[11] 孙素玲,周如太.配种期和哺乳期饲喂添加金霉素的日粮对母猪繁殖性能的影响[J].中国畜牧杂志,1996(3):43–44.
[12] 阮存鑫.四环素与铜复合污染对土壤硝化作用及植物生长的影响[D].硕士学位论文.南京:南京林业大学,2010.
[13] 王瑞,魏源送.畜禽粪便中残留四环素类抗生素和重金属的污染特征及其控制[J].农业环境科学学报,2013,32(9):1705–1719.
[14] MICHIELS J,MISSOTTEN J,DIERICK N,et al.*In vitro* degradation and *in vivo* passage kinetics of carvacrol,thymol,eugenol and trans-cinnamaldehyde along the gastrointestinal tract of piglets[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2008,88(13):2371–2381.
[15] ALLAN P,BILKEI G.Oregano improves reproductive performance of sows[J].Theriogenology,2005,63(3):716–721.
[16] 钟铭.饲粮添加植物提取物对初产母猪繁殖性能的影响[D].硕士学位论文.成都:四川农业大学,2011.
[17] 金立志.植物提取物添加剂在动物营养中的应用及其机制的研究进展[J].动物营养学报,2010,22(5):1154–1164.
[18] REESE D E,MOSER B D,PEO E R,et al.Influence of energy intake during lactation on the

interval from weaning to firts estrus in sows[J].Journal of Animal Science,1982,55(3):590–598.

[19] KIRKWOOD R N,LYTHGOE E S,AHERNE F X.Effect of lactation feed intake and gonadotrophin-releasing hormone on the reproductive performance of sows[J].Canadian Journal of Animal Science,1987,67(3):715–719.

[20] FOROUGHI A R,TORGHABEH H M,SALEH H.The effect of essential oil of thyme (*Thimus vulgaris*) on to performance and humoral immune response broilers chicken[J].Agricultural Journal,2011,6(6):299–302.

[21] LI S Y,RU Y J,LIU M,et al.The effect of essential oils on performance,immunity and gut microbial population in weaner pigs[J].Livestock Science,2012,145(1/2/3):119–123.

[22] TAN C Q,WEI H K,SUN H K,et al.Effects of dietary supplementation of oregano essential oil to sows on oxidative stress status,lactation feed intake of sows,and piglet performance[J].BioMed Research International,2015,2015:ID525218.

[23] ZHONG M,WU D,LIN Y,et al.Phytogenic feed additive for sows:effects on sow feed intake,serum metabolite concentrations,IgG level,lysozyme activity and milk quality[J].Journal of Agricultural Science and Technology,2011,1(6A):802–810.

[24] ABE S,MARUYAMA N,HAYAMA K,et al.Suppression of tumor necrosis factor-alpha-induced neutrophil adherence responses by essential oils[J].Mediators of Inflammation,2003,12(6):323–328.

[25] 贾聪慧,陈旻远,杨彩梅,等.植物精油对单胃动物生产性能与健康的调控[J].动物营养学报,2015,27(4):1055–1060.

[26] GASKINS H.Immunological development and mucosal defence in the pig intestine[R].Science.Nottingham:Nottingham University Press,1998.

[27] KING’ORI A M.Sow lactation:colostrum and milk yield:a review[J].Journal of Animal Science Advances,2012,2(6):525–533.

[28] 纪少丽,李爱花,姜洁凌,等.饲料中添加植物提取物对断奶–育肥猪生长性能及胴体品质的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(8):61–67.

[29] MATYSIAK B,JACYNO E,KAWĘCKA M,et al.The effect of plant extracts fed before farrowing and during lactation on sow and piglet performance[J].South African Journal of Animal Science,2012,42(1):15–21.

[30] FARMER C,QUESNEL H.Nutritional,hormonal,and environmental effects on colostrum in sows[J].Journal of Animal Science,2009,87(S13):53–64.

[31] MOORE A.Effects of sow and piglet dietary supplementation with a plant extract additive on the composition of sow colostrums and milk (day 21) and its effects on piglet development from birth to day 6 post-weaning[R].[S.l.]:[s.n.],2003.

Effects of Dietary Antibiotics and Plant Essential Oils on Production Performance, Immunity and Milk Composition of Sows

ZHOU Xuanwu[1] YANG Kaiyun[1] CHEN Daiwen[1] YU Bing[1] CHEN Guang[2] LI Yan[1] HE Jun[1*]

(1. *Institute of Animal Nutrition, Sichuan Agricultural University, Chengdu* 611130, *China;* 2. *Chengdu Hualuo Biotechnology Co., Ltd., China Animal Husbandry Industry Co., Ltd., Chengdu* 610052, *China*)

Abstract：The objective of present study was to investigate the effects of dietary tylvalosin tartrate (TT) and plant essential oils (PEO) on the production performance, immunity and milk composition of sows during last period of pregnancy. A total of 24 Landrace×Yorkshire sows with the same body condition and 3 to 4 fetal times were used in a random design, which consisted of 3 groups. Pigs in three groups were fed different diets: 1) control group, basal diet; 2) TT group, basal diet supplemented with 100 mg/kg TT; 3) PEO group, basal diet supplemented with 200 mg/kg PEO. Each group had 8 replicates of 1 sow each. The results showed that, dietary supplementation with TT and PEO could improve the production performance of breeding sows. In PEO group, the stillbirth rates was decreased by 71.43% and 53.33% (P>0.05), and the survival rate was increased by 1.17% and 1.60% compared with control group and TT group (P>0.05), respectively. In addition, the serum immunoglobulin (Ig) A contents of sows in PEO group at the 1st, 14th and 21st day after parturition and in TT group at the 21st day after parturition were significantly higher than that in control group (P<0.05); the contents of whey IgG and IgM of pigs in PEO group at the 14th day after parturition were significantly higher than those in the other two groups (P<0.05), while the whey IgG content of pigs in PEO group at the 21st day after parturition was also significantly higher than that in control group (P<0.05). In conclusion, dietary TT and

PEO can improve the production performance and immune function of sows, but in contrast, the PEO is better. Thus, it has a potential to substitute TT in breeding sows' diets.

Key words: breeding sows; tylvalosin tartrate; plant essential oils

---

*Corresponding author, professor, E-mail: 14003317@qq.com (责任编辑　田艳明)